本省養液栽培之發展方向與重點

李金龍* ‧ 傅季郁*

一、養液栽培的起源

養液栽培又稱水耕栽培，是一種無土栽培作物的方式，爲設施園藝栽培中較新穎的技術。培養液的組成可說是養液栽培的關鍵，自1860 年德國Knop 率先開發養液栽培的培養液，[illegible]植物無機營養素之研究後，世界各國即陸續發表了很多優良配方及栽培試驗，直至 1930 [illegible]國加州大學教授Gericke 之水耕蔬菜實驗成功後，才開始被引用爲商業化蔬菜栽培用。[illegible]次世界大戰爆發之際，美軍駐防外島軍隊發生蔬菜供給困難，即採用現地礫耕栽培供給生[illegible]後，進駐日本的美軍，由於無法適應東方人使用水肥生產之蔬果，而在東[illegible]滋賀縣大津市分別設立22 公頃及10 公頃的礫耕蔬菜栽培農場，生產萵苣、番茄及[illegible]供應日本境內之美軍及眷屬。這便是日本水耕技術之創始，也奠定了發展的基礎。目前[illegible]耕栽培技術發達的國家尙有美國、荷蘭、英國、丹麥、挪威等國。

二、養液栽培之定義及特性

[illegible]謂養液栽培即通稱之水耕栽培，爲不用土壤而用人工調配之營養液供作物生長的栽培方[illegible]又因栽培介質有固體及非固體之分而有不同的栽培方法，固體介質的栽培包括砂耕法、礫耕法、泥炭耕法、海綿耕法、岩綿耕法等，非固體介質的栽培包括水耕法、水氣耕法及噴霧耕法等。養液栽培因與傳統的土耕栽培不同，茲簡述其優缺點如下：

優　點

1. [illegible]土壤病蟲害及連作障害：有利於作物穩定地長期連作。
2. 肥效率高，縮短生育期，增加年收穫次數：養液栽培N，K_2O，P_2O_5 之肥效率約可達90%左右，較一般土壤栽培爲高（土耕N，K_2O 約爲 40-60 %，P_2O_5 約爲 10-30 %），且養[illegible]作物生育迅速。
3. [illegible]擴大經營規模：養液栽培過程中，播種、定植、除草、收穫等工作可簡化而節省[illegible]施肥、灌漑等管理科學化，而可擴大經營規模。
4. 果實[illegible]運輸：因養液栽培無缺肥之虞，果實較堅硬、貯藏期長，並可在成熟度較高時採收，提高[illegible]。
5. 解決農村勞力老化之問題：養液栽培並非粗重的工作，較高年齡者也適合經營，可解決農業人口老化之問題。

缺　點

1. [illegible]栽培所需投資的設備費用較昂貴。
2. 栽培管理需具備較新的知識與技術，如培養液的管理不當時，其濃度及pH值等變化劇烈而修正不易，易導致栽培失敗。

---

*行政院農業委員會

3. 作物根部生長於培養液中，其緩衝力較土壤為小，故較易受環境影響，一[illegible]菌入侵，則蔓延迅速。

4. 可供經濟栽培的作物種類有限。

三、養液栽培先進國家栽培現況

國外養液栽培先進國家包括日本、美國及歐洲的英國、荷蘭、丹麥、挪威等，簡述其栽培現況如下：

(一)挪　威

泥炭苔為挪威的重要資源之一，但纖維較纖細，排水性不理想為其缺點，為解[illegible]缺失，乃與芬蘭生產的未分解性泥炭苔混合使用，而稍微改善其品質。後因工業生產的岩綿性質安定，亦隨其他國家而採用作為養液栽培的介質。目前挪威的溫室面積約有220公頃，其中養液栽培約占12％（26公頃），大部分以岩綿為介質生產蔬菜類，如番茄、胡瓜等，近年來亦開始玫瑰、菊花的養液栽培。

(二)丹　麥

丹麥在養液栽培的研究和實用化技術均相當先進。以岩綿為例，即為經歷十多年的試驗努力，首先由Grodan公司開發成功，不僅被廣泛應用於工業上，亦為農業上養液栽培提供了良好的栽培介質。目前丹麥的溫室面積約380公頃，養液栽培方式占了21％（80公頃），其中絕大部分亦採用岩綿為介質，以生產番茄、胡瓜為主，其他蔬果類及玫瑰、康乃馨等則以泥炭苔式及NFT（Nutrient Film Technique）薄膜法栽培。

(三)荷　蘭

荷蘭獎勵園藝產業的發展，因此在設施園藝發展上更顯得傑出。同時，將丹麥開發成功的岩綿應用為農業的栽培介質，而於1975年開始推廣養液栽培。目前溫室面積約為8,900公頃，而養液栽培占26％（2,300公頃），其中70％以上以岩綿為介質。栽培作物包括番茄、胡瓜、甜椒、玫瑰、菊花等。荷蘭溫室面積及養液栽培面積均居歐洲的首位。

(四)英　國

英國的養液栽培主要為岩綿法及NFT薄膜法。NFT法為1973年溫室作物研究所Dr. Cooper所創，番茄之養液栽培最初即以NFT法為主。岩綿栽培則於1984年後來居上，因胡瓜採用NFT法易發生根腐病，故農民紛紛改用岩綿法栽培。目前英國溫室面積為2,300公頃，養液栽培占12％（280公頃），其中64％為岩綿栽培，作物種類包括番茄、胡瓜、萵苣等。

(五)美　國

美國的養液栽培亦起步很早，設施園藝的發達也促使養液栽培技術的精進，最先從砂耕、礫耕等無土栽培開始，後來參酌英國的NFT原理，也應用了歐洲各種栽培方式。目前其養液栽培已逐漸走向“植物工廠”的生產方式，在室內控制整個氣象條件，以各種不同波長的光源及養液控制系統來完成效率高，節省人力的園藝作物生產。

(六)日　本

日本在二次大戰結束後，迅速發展其工業、經濟、農業等，而其成就亦是有目共睹。其養液栽培由最初美軍引進的簡易礫耕技術開始，經過數十年不斷地試驗與改良，已成功地發展出其獨特的栽培模式。目前主要以協和式水氣耕，M式水耕及新和等量交換式三種栽培模式

爲主，　包括鴨兒芹、番茄、胡瓜、洋香瓜、草莓等。

四、本省養液栽培現況

本省地處亞熱帶且四面環海，夏季高溫多濕，颱風豪雨頻傳，且地狹人稠，每一農戶耕地面積平均僅1.2公頃，因此如何有效利用有限的面積，生產高品質之園藝作物以提高農家所得，爲農業發展之重要課題。本省因自然環境的限制，有必要引進設施園藝技術來達到改善作物生長環境，增加產量，提高品質及調節產期的目的。而其中，養液栽培即爲設施園藝發展項下重點工作之一。養液栽培技術在政府經費支援及各農業試驗研究單位有關之人員努力下，最早實用　芽，其次苜蓿、豌豆、蘿蔔等芽菜也陸續出現。但田間之養液栽培則發展較晚。民國58年，龍潭農校首先進行礫耕試驗，並開始從事三分地規模之葉菜類生產。而後農試所行砂耕試驗，中興大學、台中場進行立體無土栽培試驗。鳳山分所於72年開始進行水耕試驗，74年台中場亦開始水耕實用化之研究工作，至目前爲止，已有之初步成果及積極加強之試驗研究，簡述如后：

㈠台中改良場

自1985（民國74　）年開始從事適合於本省蔬菜水耕栽培系統之研究，並開發出各型水耕系統，目前以"動態浮根式水耕系統"效果最佳，該系統具備保麗龍栽培床，內層加舖黑色PE布、空氣混入器、養液昇降排液器、養液配方、育苗技術及養液自動控制器等，其成本僅爲同類日製產品的十分之一。民國75、76年間採用台中場開發之水耕系統進行實際栽培的有台灣糖業公司的溪湖糖廠及埔里副產加工廠，分別設置0.12公頃及0.152公頃，另台中縣頭汴坑、龍井鄉、苗栗縣銅鑼鄉、西湖鄉、桃園縣平鎮鄉、彰化縣廣慈殘障教養院、永靖鄉及台北市外雙溪一帶農民亦投資設立水耕溫室，從事葉菜及果菜類的生產。

㈡鳳山熱帶園藝試驗分所

目前正積極從事水耕洋香瓜的栽培試驗，以浮根式水耕配合定時養液交換法進行，培養液則以日本山崎肯哉洋香瓜養液吸收濃度標準配製。然而到目前爲止，世界各地洋香瓜的水耕生產，均未達到實用階段，主要乃因溫室洋香瓜的水耕生產，從營養生長轉化爲生殖生長後，需有適當之養分及水分的管理，以供果實肥大、網紋、果色或果肉糖度等與品質有關之特性表現，而此等養液管理技術仍有待改進。故目前鳳山分所正積極從事於洋香瓜水耕栽培各季節之品種檢定，以明瞭其養分吸收之特性及管理方法，作爲今後發展洋香瓜水耕栽培之依據。另亦積極從事於水耕育苗試驗，以培育健康之種苗，以達到節省種子費用，提早幼苗之老熟，提早生產之目的。

㈢其他試驗場所

亞洲蔬菜研究發展中心發展出"非循環式水耕栽培系統"，採用不通氣原理，在設施與材料的投資可能比現有其他無土栽培系統來得低，且管理方法也較簡易，目前正積極改進其效率與穩定性，以便能早日進入實用階段。省立台中高級農業職業學校，目前正從事控制養液溫度及提高空中CO_2含量對水耕蔬菜生產影響之研究。另國立中興大學亦從事高溫對設施的水耕蔬菜養分利用之調查及培養液管理自動化之研究與根褐變之探討等試驗研究。

五、今後發展方向

本省養液栽培正處於起步階段，無論是栽培模式之建立、培養液之調配管理或設施資材之開發等，均有待加強，且較一般土壤栽培需投入更多之心血及資金，以作爲資材之維護與添置。故對於作物種類之選擇需愼重，以符合經濟效益。今後發展之重點與方向略述如下：

(一)栽培模式之確立

目前世界各國均有各種不同之養液栽培模式，我們應以本身之條件與需要爲考量基礎，採取他們的長處加以研究改良，發展出最合適之養液栽培系統。如目前之“動態浮根式水耕系統”及“亞蔬非循環式水耕系統”均已相當理想，如能繼續改進，並評估其實用價值，期能早日開發經濟效益高的栽培模式。

(二)作物種類之選擇

一般養液栽培均於設施內進行，故作物的選擇應以矮小爲優先考慮條件，其次應選擇生育期較短之作物。故園藝作物中以蔬菜爲最適合栽培對象，其中又以葉菜類爲最優先，其次爲瓜果菜類及花卉。果樹因生育期長，植株高大，較不適合水耕栽種。

(三)培養液之調配管理

培養液之成分因作物種類不同而有差異，應參考國外成功之例子加以試驗，且培養液之管理，如溫度、濃度、酸鹼度、電導度、溶氧量等均需隨時注意，以免發生偏差。

(四)規格化資材之供應

養液栽培之介質如岩綿、泥炭苔等及整套栽培模式之裝備材料，初期由於國內相關資材工業無法生產而需自先進國家引進，但將來養液栽培普及後，則應由國內自行供應，才可降低生產成本。故資材之供應有賴國內相關工業的配合。

(五)技術之轉移

目前養液栽培仍屬試驗研究階段，一旦技術開發成功，其最終目的均在於推廣給農民採行。目前各項研究工作均由政府預算支應，故試驗成果進行技術轉移時應採無償方式辦理。但若技術轉移對象爲私人企業或公司，則可考慮收取適當費用，以彌補研究開發過程中之經費支出。

六、結　　論

養液栽培技術爲目前行政院農業委員會推動之國家級計畫設施園藝產業項下之重點工作之一，其不僅可解決農業人口老化之問題，又可克服土壤連作障害。惟其生產成本高，作物種類有限，管理具高科技性的問題，且適合本省水耕栽培之資材尙待開發生產及規格化，以上種種困難均有待突破改進。而養液栽培發展至最後階段即以建立植物工廠爲重要目標之一，以使作物在設施栽培下，利用人爲的控制與操作使其生產如同工業產品制度化、規格化及生產高速化。換言之，即使作物之生產不再受限於自然環境而能周年生產。此有賴政府政策之支持，研究人員的努力及相關農工業的配合，以早日開發出最適合本省、生產成本低且操作簡易之養液栽培模式。

討　論

陳國棟（台北縣）問：

亞蔬中心的「非循環式水耕栽培系統」請再加以解釋。

傅季郁（行政院農業委員會）答：

亞蔬中心的「非循環式水耕栽培系統」係採用不通氣原理，且其養液不必循環，故養液的使用比較簡便，費用也較低。

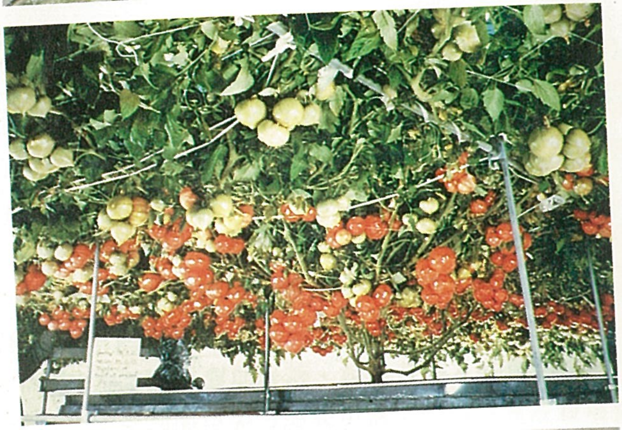
學員問：

胡瓜採用NFT法產生之根腐病應如何防治？

傅季郁（行政院農業委員會）答：

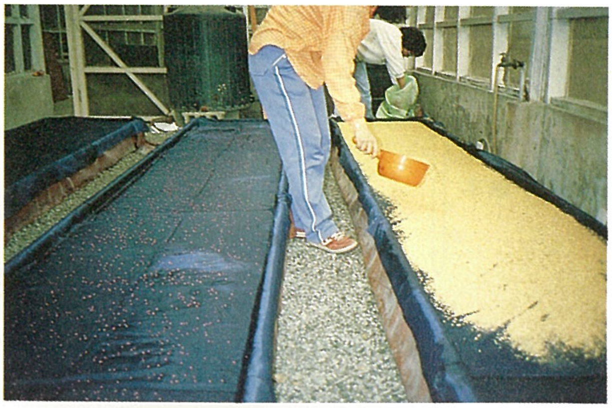
因NFT 法的根部都浸於養液中，較易產生根腐病，根會有些褐變，而岩綿栽培法的主要栽培介質爲岩綿。養液只在底層供應其養分，故其發生根腐病的情形較NFT 法少，所以目前較常採用岩綿栽培法。

照片 1.荷蘭岩綿栽培番茄情形


照片 2.日本協和式水氣耕栽培番茄情形

照片 3.台中場動態浮根式水耕栽培系統（萵苣）

照片 4.台中場水耕花卉（翠菊）試驗



照片 5. 鳳山分所浮根式水耕

照片 6. 鳳山分所洋香瓜水耕

照片 7. 鳳山分所西瓜水耕

照片 8. 亞蔬中心非循環式水耕栽培系統
（萵苣）